Ontario

Normes de formation en établissement d'enseignement

Chaudronnier ou chaudronnière de construction

Niveau 3

428A

Normes de formation
en établissement d'enseignement

Chaudronnier ou chaudronnière de construction

Niveau 3

428A

Date d'élaboration : septembre 2008
Date d'impression : janvier 2009

ISBN 978-1-4249-8694-1 (Version imprimée)
ISBN 978-1-4249-8695-8 (PDF)

Imprimé sur du papier recyclé

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2008

08-299

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 1

NIVEAU 3 2

Résumé des sujets obligatoires du programme 3

S0493 Systèmes d'usine et de centrale et composants auxiliaires III 4
S0493.1 Chaudières 5
S0493.2 Matériel antipollution 9
S0493.3 Condenseurs et échangeurs de chaleur 10
S0493.4 Construction de réservoirs 14
S0493.5 Utilisation de la fibre de verre 15

S0494 Arrimage et levage III 17
S0494.1 Palans à moufles – niveau avancé 18
S0494.2 Plans d'arrimage 19

S0495 Plans et dessins III 20
S0495.1 Traçage – niveau avancé 21
S0495.2 Raccordement – niveau avancé 23
S0495.3 Vérification des matériaux et des soudures 25
S0495.4 Inspection 27

S0496 Calculs liés au métier III 30
S0496.1 Mathématiques – niveau avancé 31

S0497 Soudage et coupage III 32
S0497.1 Coupage et soudage à l'arc avec électrode enrobée 33
S0497.2 Métallurgie – niveau avancé 36
S0497.3 Traitement thermique 37

CHAUDRONNIER OU CHAUDRONNIÈRE DE CONSTRUCTION – NIVEAU III

Introduction

Cette nouvelle norme d'apprentissage du métier de chaudronnier ou chaudronnière de construction se fonde sur les objectifs de rendement des normes de formation par l'apprentissage en milieu de travail approuvées par l'industrie.

Le programme de formation comporte trois niveaux. Le tableau Résumé des sujets obligatoires du programme présente un sommaire des heures de formation pour chaque sujet obligatoire.

Il indique seulement l'apprentissage ayant lieu hors du milieu de travail. Le programme de formation en établissement met d'abord l'accent sur les connaissances théoriques et les habiletés essentielles requises pour répondre aux objectifs de rendement des normes de formation par l'apprentissage. On s'attend à ce que l'employeur/parrain accroisse les connaissances et les compétences de l'apprenti ou de l'apprentie par le biais d'une formation pratique en milieu de travail. On évalue régulièrement les connaissances et les compétences des apprentis au cours de la formation pour s'assurer que tous atteignent les résultats d'apprentissage indiqués dans le programme.

Le programme de formation en établissement n'est pas censé perfectionner les compétences acquises en milieu de travail. Le volet pratique du programme de formation en établissement sert à renforcer les connaissances théoriques. La formation des compétences est dispensée au travail.

Chaudronnier ou chaudronnière de construction

Niveau 3

Résumé des sujets obligatoires – niveau III

Numéro	Sujets obligatoires	**Total des heures**	**Heures de théorie**	**Heures de pratique**
S0493	Systèmes d'usine et de centrale et composants auxiliaires III	81	56	25
S0494	Arrimage et levage III	12	8	4
S0495	Plans et dessins III	63	30	33
S0496	Calculs liés au métier III	18	18	0
S0497	Soudage et coupage III	66	25	41
	Total	**240**	**137**	**103**

Numéro : **S0493**

Sujet obligatoire : **SYSTÈMES D'USINE ET DE CENTRALE ET COMPOSANTS AUXILIAIRES III**

Durée : 81 heures au total Théorie : 56 heures Pratique : 25 heures

Préalables : S0488

Contenu :

S0493.1	Chaudières
S0493.2	Matériel antipollution
S0493.3	Condenseurs et échangeurs de chaleur
S0493.4	Utilisation de la fibre de verre

Structure d'évaluation : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique des compétences appropriées
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
55 %	15 %	30 %

Stratégies d'enseignement
Exposés et travaux pratiques

Document de référence : Ashton, Bruce J. et Ronald G. Garby, *IPT's Metal Trades Handbook – Guide des métiers de la métallurgie*, IPT Publishing and Training Ltd., 1993.

Matériel minimal exigé

- Matériel de laminage des tubes
- Matériel de cintrage des tubes
- Matériel de réparation des tubes

S0493.1 **Chaudières**

Durée : 30 heures au total Théorie : 20 heures Pratique : 10 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6007.01 à 6007.05, 6008.01 à 6008.07, 6009.01 à 6009.04, 6010.01 et 6010.02

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de suivre les méthodes requises de préparation et d'installation en vue d'ériger des chaudières conformément à la réglementation gouvernementale sur la sécurité, aux recommandations et aux spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

1.1 Décrire comment procéder pour ériger des composants donnés des chaudières.

- Méthodes d'arrimage, d'assemblage et de soudage pour l'érection de composants
- Méthodes d'érection de :
- Structure
- Tambours
- Collecteurs
- Tubes
- Plateaux
- Nervures de renfort
- Revêtement
- Porte de foyer
- Éléments de surchauffeur
- Éléments de réchauffage
- Économiseur
- Réchauffeur d'air
- Désaérateur
- Dispositifs de traitement de l'eau

1.2 Décrire comment laminer et installer les tubes de chaudière et comment utiliser le matériel à cette fin.

- Préparation des plaques tubulaires
- Dimension des tubes
- Matériaux des tubes
- Limites de dilatation
- Assemblage des tubes
- Cintrage des tubes
- Soudure étanche
- Tubes Tack
- Mandrin autoalimenté
- Mandrin rétractable
- Lubrification
- Mandrins
- Surlaminage
- Sous-laminage
- Micromètres et calibres
- Formage d'un emboîtement en forme de cloche
- Viroles
- Réparation des fuites
- Essais
- Utilisation de matériel de laminage et de fraisage

1.3 Décrire le fonctionnement des chaudières à tubes d'eau.

1.4 Reconnaître certains composants des générateurs de vapeur et indiquer leur fonction, l'origine des matériaux qui les constituent et leurs caractéristiques spéciales.

- Tambours et collecteurs
- Plateaux et nervures de renfort
- Surchauffeur et réchauffeur
- Économiseur et réchauffeur d'air
- Désaérateur
- Conduits d'air
- Colonnes et trouées
- Condenseur
- Ventilateurs
- D.I. et D.E.
- Conduites d'admission et de refoulement
- Précipitateurs
- Pulvériseurs
- Foyers automatiques
- Brûleurs
- Savoir quels essais sont requis et connaître les codes.

1.5 Connaître les désignations des tubes de chaudière selon leurs dimensions et la qualité des matériaux et expliquer la fonction des tubes dans diverses configurations.

1.6 Connaître les deux principales méthodes de fabrication de tubes.

1.7 Connaître les méthodes de cintrage des tubes.

- Cintrages à grand rayon
- Cintrages à court rayon
- Cintrages à très court rayon (section de surchauffeur)
- Utilisation de matériel de terrain

1.8 Indiquer les méthodes de fixation des tubes.

1.9 Décrire les méthodes d'installation de base des tubes d'une chaudière à eau chaude.

- Préparation et nettoyage

1.10 Décrire en quoi consistent un mandrin à élargir les tubes propulsif et un mandrin rétractable et expliquer le principe de mandrinage des tubes.

- Coulage et filage des tubes
- Écrouissage des tubes

1.11 Décrire les méthodes de laminage adoptées pour les tubes.

- Indiquer les limites supérieures et inférieures.

1.12 Décrire les autres opérations permettant de former ou de souder des tubes.

- Reconnaître les opérations et expliquer en quoi elles consistent :

  - laminage et mandrinage
  - laminage et emboutissage
  - emboutissage et soudage étanche
  - laminage et soudage
  - laminage et soudage en biseau
  - mandrinage par la méthode Prosser
  - utilisation possible de viroles

1.13 Expliquer le sens des termes utilisés pour décrire la disposition des trous sur les tubes.

- Pas circonférentiel
- Alignement
- Pas
- Espace de retrait
- Pas longitudinal
- Pas diagonal
- Espace de ligament

1.14 Énumérer les dispositifs de laminage, de vérification et de mesure.

1.15 Indiquer la fonction des tubes Tack lors du laminage.

1.16 Préparer et effectuer des opérations de laminage de tubes.

1.17 Préparer et effectuer des opérations de cintrage de tubes.

1.18 Préparer et effectuer l'installation et la dépose de tubes.

1.19 Décrire des méthodes de réparation de tubes et réparer des tubes.

- Expliquer en quoi consistent le code et la réglementation régissant les chaudières.
- Relever les tubes à réparer.
- Marquer les tubes en vue du coupage.
- Couper des tubes.
- Prévenir le blocage des tubes.
- Préparer les extrémités aménagées des tubes et les tubes de remplacement.
- Assembler les tubes de remplacement et procéder aux soudures de pointage.
- Réparer les tubes en tenant compte de variations telles que les soudures de fenêtre et la préparation exigée pour différentes épaisseurs de paroi.

S0493.2 **Matériel antipollution**

Durée : 6 heures au total Théorie : 6 heures Pratique : 0 heure

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6010.01, 6010.02 et 6012.01

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire les caractéristiques de construction du matériel antipollution conformément à la réglementation gouvernementale sur la sécurité et la protection de l'environnement et aux recommandations et spécifications des fabricants.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

2.1 Décrire les caractéristiques de construction de composants.

- Précipitateurs
- Dépoussiéreurs à sacs filtrants
- Épurateurs
- Réducteurs catalytiques sélectifs

S0493.3 **Condenseurs et échangeurs de chaleur**

Durée : 30 heures au total Théorie : 20 heures Pratique : 10 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6008.01 à 6008.08, 6010.01 et 6010.02

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'assembler et d'installer des condenseurs et des échangeurs de chaleur, ainsi que les composants connexes conformément à la réglementation gouvernementale, aux recommandations et aux spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

Résultats d'apprentissage et contenu

3.1 Connaître les types de condenseur et d'échangeur de chaleur et les différentes conceptions des échangeurs de chaleur.

- À un passage
- À passages multiples
- À courants séparés
- À courants séparés doubles
- À courants divisés
- À courants croisés
- Rebouilleur de type bouilloire
- Les échangeurs de chaleur sont classés par la Tubular Exchangers Manufacturers Association (T.E.M.A.) en fonction de leur tête avant fixe ou de leur tête arrière.

3.2 Connaître les différents types de tubes laminés et soudés.

- Avec ou sans soudure

3.3 Connaître les caractéristiques des tubes des échangeurs de chaleur et des condenseurs.

- Types de matériau et utilisations
- Désignation des matériaux
- Dimensions et calibres standard
- Tolérances
- Méthodes de fabrication et de cintrage

3.4 Connaître les types de construction en faisceaux de tubes, leur fonction et leurs méthodes d'installation.
- Chicanes
- Tirants
- Espaceurs
- Cage

3.5 Connaître quatre configurations différentes de plaques tubulaires et indiquer leur utilisation privilégiée.

3.6 Établir le pas de plaques tubulaires configurées en triangle.

3.7 Connaître la qualité des matériaux à employer pour différentes utilisations.

3.8 Décrire les types de tête.
- À canaux et à couvercle amovible
- À chapeau
- À canaux intégrés aux plaques tubulaires
- Rapportée et flottante
- Flottante à garnissage extérieur

3.9 Décrire les méthodes de laminage des tubes de condenseur et d'échangeur de chaleur.
- Configuration des plaques tubulaires
- Nombre de tubes
- Type de métaux
- Longueur des tubes
- Diamètre des tubes (diam. ext.)
- Épaisseur de la paroi des tubes
- Épaisseur de la plaque tubulaire ou du collecteur
- Mandrinage requis
- Lubrification

3.10 Énumérer les étapes d'installation des tubes.

3.11 Indiquer la séquence de mandrinage recommandée pour les tubes.
- Consulter le plan de la plaque tubulaire et prendre en compte la forme de celle-ci et le lieu d'installation.
- Effets du filage

3.12 Calculer le diamètre intérieur d'un tube.

3.13 Calculer le diamètre élargi d'un tube.

3.14 Déterminer le pourcentage de réduction recommandé de la paroi pour les matériaux ferreux et non ferreux.

3.15 Énumérer les lubrifiants recommandés.

3.16 Établir la longueur optimale d'un siège mandriné et expliquer pourquoi certains sièges sont rainurés.

3.17 Connaître les facteurs ayant une incidence sur la qualité d'un joint dilaté.

- Surface du trou
- Circularité du trou
- Propreté du trou
- Mandrinage au-delà du bord intérieur de la plaque tubulaire
- Surchauffage
- Vitesse de laminage
- Propriétés mécaniques des tubes et des plaques tubulaires
- Lubrification ou manque de lubrification
- Surmandrinage et signes à cet effet

3.18 Décrire les caractéristiques de construction du matériel de laminage utilisé pour installer des tubes de condenseur et d'échangeur de chaleur.

- Compresseur
- Moteur pneumatique
- Moteur électrique
- Mandrin à élargir les tubes
- Rouleaux et mandrins
- Outils-mouches
- Coupe-tube
- Matériel de nettoyage des tubes
- Outils de dépose de tubes
- Micromètres
- Clé dynamométrique
- Outil de dressage

3.19 Décrire les caractéristiques des mandrins à mécanisme d'entraînement pneumatique ou électrique.

- Inclure les accessoires et les commandes.

3.20 Décrire le matériel de fraisage en bout des tubes, l'installation des tubes et les techniques utilisées.

3.21 Connaître la raison de la forme conique d'un mandrin.

3.22 Indiquer à quoi servent les cylindres de laminoir en forme de cloche.

3.23 Connaître les mandrins de type propulsif.

3.24 Décrire comment procéder pour vérifier, en cours de réparation, si les échangeurs de chaleur présentent des défauts et comment les déposer et les remplacer.

3.25 Connaître les mesures de sécurité à prendre pour la vérification, l'inspection et la réparation des échangeurs de chaleur.

3.26 Reconnaître et utiliser des outils donnés.
- Utiliser des outils-mouches, des coupe-tubes, des outils de retrait de tube, des clés dynamométriques, des micromètres et des calibres.

3.27 Mandriner des tubes de plaques tubulaires.
- Utiliser des mandrins à mécanisme d'entraînement pneumatique et électrique.

3.28 Évaser des tubes.
- Utiliser des outils à évaser.

3.29 Décrire comment procéder pour vérifier, en cours de réparation, si les échangeurs de chaleur présentent des défauts et comment les déposer et les remplacer.

3.30 Vérifier si les tubes présentent des fuites.
- Enlever le couvercle ou chapeau, la gaine et la tête flottante.

3.31 Faire subir un essai hydraulique à la paroi au moyen d'anneaux d'essai.
- Soumettre à l'essai des parois de types S et T.

3.32 Déposer le faisceau de tubes, l'inspecter et le remplacer au besoin.

3.33 Assembler un échangeur de chaleur et serrer les goujons filetés en observant la bonne méthode.

3.34 Savoir quels matériaux compatibles peuvent servir à boucher des tubes, et boucher les tubes.

S0493.4 **Construction de réservoirs**

Durée : 7 heures au total Théorie : 2 heures Pratique : 5 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6000.04, 6010.01 et 6010.02

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'assembler les parois des réservoirs conformément à la réglementation gouvernementale sur la sécurité, aux recommandations et aux spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

4.1 Décrire les caractéristiques de la base d'un réservoir.

4.2 Décrire la disposition du plancher d'un réservoir.
- Anneau circulaire
- Joints de recouvrement

4.3 Assembler les parois d'un réservoir.

4.4 Dessiner le plan de montage d'un réservoir.

S0493.5 **Utilisation de la fibre de verre**

Durée : 8 heures au total Théorie : 8 heures Pratique : 0 heure

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6010.01, 6010.02, 6011.01 et 6013.0

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire comment utiliser de la fibre de verre conformément à la réglementation gouvernementale sur la sécurité, aux recommandations et aux spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

5.1 Exposer les notions élémentaires d'utilisation de la fibre de verre.

- Introduction à l'utilisation de la fibre de verre
- Avantages des plastiques renforcés de fibres de verre
- Utilisations de la fibre de verre dans l'industrie aujourd'hui

5.2 Décrire les caractéristiques des matériaux en fibre de verre.

- Résines

- Agents catalytiques
- Matières de remplissage
- Accélérateurs et inhibiteurs
- Autres additifs

- Renforcement en fibres de verre

- Résistance
- Rendement chimique, électrique et thermique
- Établissement de processus compatibles
- Optimisation du rapport coût/rendement

- Types de matériaux de renforcement

- Stratifil
- Tissu stratifil
- Mat de surface (voile)
- Mat de renforcement

- Solvants

5.3 Décrire comment manipuler et entreposer de façon sécuritaire les plastiques renforcés de fibres de verre.

- Protection individuelle
- Manutention sécuritaire
- Pratiques d'entreposage appropriées
- Exigences relatives au SIMDUT
- Introduction
- Matériaux en plastique renforcé de fibres de verre et étiquettes SIMDUT
- Fiches signalétiques santé-sécurité sur les matériaux en plastique renforcé de fibres de verre
- Terminologie sur la sécurité relative aux plastiques renforcés de fibres de verre

5.4 Décrire les méthodes d'assemblage et de réparation des pièces en plastique renforcé de fibres de verre.

- Compétences à acquérir avant l'assemblage et la réparation
- Types de construction en plastique renforcé de fibres de verre
- Application manuelle
- Vaporisation
- Méthodes de soudage
- Réparations

CHAUDRONNIER OU CHAUDRONNIÈRE DE CONSTRUCTION – NIVEAU III

Numéro : **S0494**

Sujet obligatoire : **ARRIMAGE ET LEVAGE III**

Durée : 12 heures au total Théorie : 8 heures Pratique : 4 heures

Préalables : S0489

Contenu :
S0494.1 Palans à moufles – niveau avancé
S0494.2 Plans d'arrimage

Structure d'évaluation : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique des compétences appropriées
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
50 %	20 %	30 %

Stratégies d'enseignement
Exposés et travaux pratiques

Matériel minimal exigé

- Treuil pneumatique et câble d'acier

S0494.1 **Palans à moufles – niveau avancé**

Durée : 8 heures au total Théorie : 4 heures Pratique : 4 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6009.01, 6009.02, 6009.03, 6009.04, 6010.02 et 6011.02

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'utiliser des palans à moufles de façon à satisfaire aux exigences du travail, à la réglementation gouvernementale sur la sécurité, aux recommandations et spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

1.1 Calculer la charge utile au moyen d'une même formule utilisée pour toutes les pièces.

1.2 Formuler l'équation de résistance pour l'élingue en nœud coulant.

1.3 Établir la charge utile pour diverses configurations de charge et d'élingue.

1.4 Examiner les exigences pour établir la force de traction du brin menant.
- Établir la force de traction qui sera exercée sur le brin menant lorsque le nombre de pièces et le poids de la charge, y compris celui du câble, sont connus.

1.5 Indiquer les facteurs qui déterminent la quantité de câble nécessaire pour le mouflage.

1.6 Nommer trois types de poulies et de coussinets et indiquer leur coefficient de frottement.
- Coefficient de frottement exprimé en pourcentage

1.7 Suspendre des blocs, passer le câble dans les pièces et mailler des lignes multiples.

S0494.2 **Plans d'arrimage**

Durée : 4 heures au total Théorie : 4 heures Pratique : 0 heure

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6000.04 et 6009.02

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de lire un plan d'arrimage en vue d'établir la position de la grue et du mât de façon à satisfaire aux exigences du travail.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

2.1 Extraire d'un plan d'arrimage l'information nécessaire pour positionner une grue et le mât en vue d'effectuer toute opération de levage.

CHAUDRONNIER OU CHAUDRONNIÈRE DE CONSTRUCTION – NIVEAU III

Numéro : **S0495**

Sujet obligatoire : **PLANS ET DESSINS III**

Durée : 63 heures au total Théorie : 30 heures Pratique : 33 heures

Préalables : S0490

Contenu :

S0495.1	Traçage – niveau avancé
S0495.2	Raccordement – niveau avancé
S0495.3	Vérification des matériaux et des soudures
S0495.4	Inspection

Structure d'évaluation : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique des compétences appropriées
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
55 %	15 %	30 %

Documents de référence

Matériel minimal exigé

- Matériel de raccordement habituel (tuyaux, tubes, tôles), matériel de soudage courant, matériel de protection, outils d'atelier courants
- Salle d'ordinateurs, logiciel de CAO
- Matériel de coupage oxyacétylénique et au jet de plasma, soudeuse à arc électrique, outils manuels d'atelier, outils de traçage et plieuse manuelle
- Échantillons de soudure
- Échantillons de pièces fabriquées

CHAUDRONNIER OU CHAUDRONNIÈRE DE CONSTRUCTION – NIVEAU III

S0495.1 **Traçage – niveau avancé**

Durée : 24 heures au total Théorie : 9 heures Pratique : 15 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6003.01, 6003.02 et 6007.01

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'élaborer des gabarits et des modèles, d'effectuer des dessins et de préparer le matériel de laminage motorisé conformément aux recommandations et spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

1.1 Lire les dessins afin de positionner et de percer des trous carrés, ronds et elliptiques.

1.2 Aménager un trou elliptique.
- Utiliser un compas d'ellipse
- Utiliser la méthode du foyer

1.3 Déterminer la capacité de laminage et de pliage, les tolérances et le sens du laminage et du pliage.

1.4 Préparer le matériel de laminage motorisé.
- Savoir comment former un cylindre partiel
- Cône partiel
- Anneau complet
- Cylindre complet et tronc de cône

1.5 Élaborer des gabarits au moyen de figures géométriques, de lignes parallèles, de lignes radiales et de calculs de triangulation.
- Utiliser des gabarits sur des plaques selon la séquence appropriée en plaçant les carrés aux angles requis.

1.6 Élaborer des modèles d'objets faits en atelier.

- Utiliser la méthode de la triangulation.
- Élaborer des modèles de pyramides obliques.

  - cône oblique
  - transition d'un carré à un rond
  - transition d'un rond à un carré
  - transition d'un carré à un carré pivoté
  - transition d'un carré à un rond oblique

1.7 Effectuer des dessins pour divers projets à l'aide d'un logiciel de CAO.

S0495.2 **Raccordement – niveau avancé**

Durée : 15 heures au total Théorie : 4 heures Pratique : 11 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6007.01, 6007.02, 6007.03, 6007.04, 6007.05 et 6007.06

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'assembler des plaques, des tuyaux et des sections de paroi de façon à satisfaire aux exigences du travail, aux recommandations des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

2.1 Assembler des tuyaux et des sections de paroi à partir de dessins.

- Utiliser des méthodes de traçage.
- Assembler avec des outils et du matériel d'assemblage.
- Relever les tolérances de désalignement.
- Assembler les parois et les têtes et tracer sur les parois, les têtes et les buses.
- Assembler les cornières de plateau, les barres de descente, les échelles, les attaches de plate-forme, les bossoirs, les jupes et les autres composants.

2.2 Élaborer des modèles d'objets faits en atelier.

- Utiliser la méthode des lignes radiales
- Formes pyramidales (trémie)
- Trémie coupée en angle (tronquée)
- Cônes circulaires droits présentant une forme différente dans le bas et le haut

2.3 Décrire comment procéder à des travaux d'assemblage à partir de dessins.

- Joints circonférentiels
- Alignement de joints longitudinaux
- Entre sections de paroi de même épaisseur
- Entre sections de paroi d'épaisseur différente
- De la paroi à la tête
- De la plaque de renforcement à la buse et à la paroi
- Des plaques de renforcement aux têtes
- Traçage de l'anneau de base des réservoirs et des ouvertures de jupe

- Assemblage et installation des plateaux des tours d'absorption et des tuyaux de descente
- Fabrication et assemblage des pièces de bossoir pour les ouvertures verticales et horizontales, y compris des charnières
- Installation d'une tuyère tangentielle

S0495.3 **Vérification des matériaux et des soudures**

Durée : 9 heures au total Théorie : 6 heures Pratique : 3 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6006.03, 6006.11, 6006.12 et 6006.13

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire comment procéder pour soumettre des matériaux à des essais destructifs et non destructifs conformément à la réglementation gouvernementale, aux recommandations et aux spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

3.1 Décrire les méthodes d'essai destructif.

- Essai de traction
- Essai de pliage
- Essai d'allongement (ductilité et fragilité)
- Essai de résistance aux chocs

3.2 Établir la différence entre les essais de matériaux destructifs et non destructifs.

3.3 Établir la résistance à la traction maximale.

3.4 Connaître la signification de point de rupture.

3.5 Expliquer sur quel principe sont fondés les essais de résistance de l'acier.

3.6 Décrire en quoi consiste un essai de pliage libre pour les soudures.

3.7 Décrire en quoi consistent les méthodes d'essai non destructif.

- Contrôle radiographique
- Contrôle par ultrasons
- Examen par liquides pénétrants
- Essai hydrostatique
- Essai à vide et essai d'étanchéité
- Examen par particules magnétiques
- Essai par courants Eddy

3.8 Indiquer comment un liquide pénétrant est utilisé pour établir la solidité d'une partie soudée.

3.9 Déterminer comment un contrôle radiographique permet de révéler des défauts cachés.

3.10 Décrire le principe à la base du contrôle par ultrasons.

3.11 Effectuer un examen par particules magnétiques sur une soudure défectueuse à l'aide d'un appareil d'examen par particules magnétiques.

3.12 Décrire les utilisations et les limites des essais à vide et des essais d'étanchéité.

3.13 Procéder à l'inspection visuelle d'un échantillon de soudure et en résumer les résultats.

3.14 Expliquer le principe et les limites des contrôles gammagraphiques.

3.15 Expliquer le principe et les limites des examens par particules magnétiques.

3.16 Expliquer le principe et les limites des essais par courants Eddy.

S0495.4 **Inspection**

Durée : 18 heures au total Théorie : 11 heures Pratique : 4 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6006.07, 6006.13, 6007.05 et 6008.07

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de procéder à des vérifications visuelles des dimensions, à des vérifications de conformité des plans et à des contrôles de la qualité et de la productivité conformément à la réglementation gouvernementale, aux recommandations et aux spécifications des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

4.1 Expliquer les concepts de base régissant le contrôle de la qualité et les inspections et définir en quoi ils consistent.

- Qualité
- Contrôle de la qualité
- Inspection
- Non-conformité
- Facteurs ayant une incidence sur la qualité et la productivité
- Méthodes utilisées pour accroître la productivité

4.2 Décrire les éléments d'un système de contrôle de la qualité.

- Devis
- Conception
- Productions
- Inspection
- Examen des utilisations

4.3 Décrire et comparer les codes, les normes et les spécifications.

4.4 Définir les méthodes d'inspection.

4.5 Décrire les trois étapes d'une inspection.

- Contrôle à la réception
- Contrôle en cours de processus
- Contrôle final

4.6 Inspecter les matériaux et les soudures.

- Inspection visuelle
- Solidité, dimension et forme
- Épaisseur de la plaque et qualité prescrite du matériau
- Positions des joints circonférentiels et longitudinaux
- Ouverture et renforcement des têtes
- Diamètres et épaisseur minimale des jupes
- Anneaux de base et sièges des boulons d'ancrage
- Selles soudées ou expédiées individuellement
- Ouvertures, limites et renforcement des parois
- Pièces internes et dépose de pièces internes
- Tuyaux et brides internes et externes
- Échelles, plates-formes et oreilles
- Respect des tolérances de fabrication

4.7 Connaître les caractéristiques des composants et des pièces de qualité acceptable.

- Spécifications de codes
- Exigences stipulées sur les dessins
- Utilisation générale

4.8 Énumérer les facteurs inhérents à la productivité dans la fabrication et l'assemblage des réservoirs sous pression.

- Énumérer quatre facteurs.

4.9 Indiquer les types (et étapes) du contrôle de la qualité d'un produit.

- Énumérer trois types.

4.10 Décrire les méthodes permettant d'accroître le rendement et la productivité des processus de fabrication.

- Décrire deux méthodes.

4.11 Décrire la préparation requise pour l'expédition de composants donnés d'un produit fini.

- Description de la préparation à l'intérieur et à l'extérieur du réservoir

- Surfaces finies
- Joints circonférentiels et longitudinaux
- Têtes
- Jupes
- Anneaux de base et sièges des boulons d'ancrage
- Selles
- Ouvertures de paroi et de tête
- Tuyauterie interne et externe
- Échelles et plates-formes
- Plaque signalétique
- Ouvertures évasées
- Ouvertures filetées
- Boulons et écrous
- Petites pièces et pièces internes lâches
- Chargement et fixation du réservoir
- Marquages et instructions spéciales

CHAUDRONNIER OU CHAUDRONNIÈRE DE CONSTRUCTION – NIVEAU III

Numéro : **S0496**

Sujet obligatoire : **CALCULS LIÉS AU MÉTIER III**

Durée : 18 heures au total Théorie : 18 heures Pratique : 0 heure

Préalables : S0491

Contenu : S0496.1 mathématiques – niveau avancé

Structure d'évaluation : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique des compétences appropriées
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
70 %	0 %	30 %

Stratégies d'enseignement
Exposés et travaux pratiques en traçage et en raccordement

S0496.1 **Mathématiques – niveau avancé**

Durée : 18 heures au total Théorie : 18 heures Pratique : 0 heure

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6003.01, 6003.02, 6007.01 et 6007.05

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de mettre en application ses connaissances en mathématiques de niveau avancé pour effectuer des traçages et des raccordements conformément aux recommandations et aux spécifications des fabricants.

Résultats d'apprentissage et contenu

1.1 Calculer des capacités et des poids.

- Prismes et cylindres
- Pyramides et cônes
- Sphères

1.2 Effectuer des calculs de capacité liés au métier.

1.3 Effectuer des calculs de formes structurelles liés au métier.

- Barre rectangulaire
- Plaque ou barre plate
- Barre ronde
- Angle
- T
- Profilé en U
- Tubulure

Numéro : **S0497**

Sujet obligatoire : **SOUDAGE ET COUPAGE III**

Durée : 66 heures au total Théorie : 25 heures Pratique : 41 heures

Préalables : S0492

Contenu :

S0497.1	Coupage et soudage à l'arc avec électrode enrobée
S0497.2	Métallurgie et soudage
S0497.3	Traitement thermique

Structure d'évaluation : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique des compétences appropriées
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
20 %	50 %	30 %

Stratégies d'enseignement

- Exposés et discussions

Documents de référence : Utilisation d'échantillons de matériaux et spécifications des fabricants (CD, manuels et Internet)

Matériel minimal exigé

S0497.1 **Coupage et soudage à l'arc avec électrode enrobée**

Durée : 51 heures au total Théorie : 10 heures Pratique : 41 heures

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6005.01, 6005.02, 6005.03, 6005.04 et 6006.01 à 6006.14

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire les méthodes de coupage à l'arc plasma, par jet d'eau haute pression et avec une lance à oxygène, d'interpréter les symboles de soudage et de faire du soudage à l'arc avec électrode enrobée conformément à la réglementation gouvernementale sur la sécurité, aux recommandations des fabricants et aux normes de l'industrie.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir :

1.1 Expliquer le choix d'une machine à souder pour un travail donné.

1.2 Expliquer ce dont il faut tenir compte lorsqu'on installe une soudeuse à arc électrique dans un atelier.

1.3 Décrire d'autres méthodes de soudage et de coupage et d'autre matériel de soudage.

- Soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène
- Soudage à l'arc sous gaz avec fil plein
- Appareil de soudure à haute fréquence
- Appareil de coupage à l'arc plasma
- Appareil de soudage de goujons
- Appareil de soudage des plastiques
- Soudage orbital et de recouvrement
- Soudage à l'arc métallique allongé
- Coupage par jet d'eau haute pression et avec une lance à oxygène

1.4 Installer de façon sécuritaire du matériel de gougeage arc-air.

- Installer le matériel et les accessoires sans les endommager.

1.5 Établir les spécifications et les procédures à respecter pour chaque travail de soudage conformément à la norme W178.1 prescrite par le Bureau canadien de soudage.

- Espacement entre les joints
- Tenue des dispositifs de fixation
- Nombre et espacement des points de soudure
- Préréglage et tolérances de distorsion de pièces jointes
- Type de courant
- Polarité et tension

1.6 Interpréter les symboles de soudage normalisés par l'American Welding Society.

- Pièces
- Préparation des matériaux
- Types de soudure
- Dimensionnement
- Position
- Exécution (sur place ou en atelier)
- Finition (soudure arasée ou meulée)

1.7 Faire des cordons étroits.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 ou E6011 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.8 Souder des joints à recouvrement.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.9 Souder des joints bout à bout.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.10 Souder des joints en T.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.11 Souder des joints d'angle extérieur.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.12 Effectuer une soudure d'angle pour installer une nappe de métal.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.13 Effectuer une soudure d'angle par mouvement de balancement en croissant, par mouvement en 8 et par mouvement de rotation.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.14 Effectuer une soudure d'angle à passe simple.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.15 Effectuer une soudure d'angle à passes multiples.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.16 Souder un joint d'angle extérieur en faisant une passe simple.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.17 Souder un joint d'angle extérieur en faisant des passes multiples.

- Souder au plafond sur de l'acier doux avec des matériaux d'apport E6010 et E7018 en utilisant des baguettes de soudure de 1/8 et 5/32 po.

1.18 Installer du matériel de soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène et de soudage à l'arc sous gaz avec fil plein.

- Installer le matériel et les accessoires de façon sécuritaire sans les endommager.

1.19 Installer du matériel de gougeage arc-air.

- Installer le matériel et les accessoires de façon sécuritaire sans les endommager.

1.20 Enlever le matériau de base avec le matériel de gougeage arc-air.

- Enlever le matériau de base de façon sécuritaire en conservant une soudure solide.

1.21 Effectuer des soudures acceptables de façon sécuritaire.

- Prévenir la distorsion et produire une bonne soudure sans défauts visibles sur tous les joints.

S0497.2 **Métallurgie – niveau avancé**

Durée : 6 heures au total Théorie : 6 heures Pratique : 0 heure

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6006.01, 6006.02, 6006.03, 6006.04 et 6006.14

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable d'expliquer les concepts utilisés en métallurgie, notamment l'effet des alliages sur le coupage, le dressage à chaud et le formage à froid et à chaud, en se basant sur des principes scientifiques et physiques éprouvés.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

2.1 Déterminer l'effet du carbone sur le soudage et le coupage de l'acier.

2.2 Déterminer l'effet des alliages sur le soudage et le coupage de l'acier.

2.3 Expliquer le principe du dressage à chaud.

2.4 Expliquer en quoi consiste le formage à froid des métaux.

2.5 Indiquer les avantages du formage à chaud des métaux.

2.6 Décrire l'incidence du formage à chaud et à froid sur les propriétés mécaniques et physiques des métaux.

S0497.3 **Traitement thermique**

Durée : 9 heures au total Théorie : 9 heures Pratique : 0 heure

Préalables : Niveau II

Renvois aux normes de formation : 6006, 6007.04, 6007.05, 6008.06 et 6008.07

RÉSULTAT GÉNÉRAL D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire en quoi consiste le traitement thermique, ainsi que les méthodes de fabrication de l'acier et les effets du traitement thermique, en se fondant sur des principes de métallurgie éprouvés et conformément aux recommandations et aux spécifications des fabricants.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

3.1 Décrire les étapes de formage de l'acier depuis le lingot jusqu'au produit fini.

- Plaques
- Feuilles
- Barres
- Tiges
- Tubes
- Rails
- Tuyaux
- Profilés

3.2 Définir les termes utilisés pour le traitement thermique.

- Laminé à chaud
- Laminé à froid
- Trempé
- Recuit
- Normalisé
- Galvanisé

3.3 Reconnaître des aciers donnés et leur contenu en carbone.

- AISI C1016, AISI C1030 et AISI C1085

3.4 Connaître la signification de la désignation SAE ou AISI d'un acier au carbone donné.
- Teneur en carbone
- Méthode de fabrication
- Soudabilité

3.5 Comprendre les spécifications de l'ASTM pour un acier au carbone donné.
- Résistance
- Utilisation
- Soudabilité

3.6 Connaître les principales sources de chaleur utilisées pour le traitement thermique.
- Type de flamme
- Gaz naturel et air comprimé
- Fours à recuire

3.7 Indiquer les facteurs inhérents au trempage de l'acier.
- Nommer trois facteurs.

3.8 Énumérer des procédés utilisés pour la cémentation des métaux.
- Indiquer trois procédés.

3.9 Indiquer trois raisons pour faire subir un revenu à certains métaux après leur traitement thermique.

3.10 Décrire les méthodes utilisées pour vérifier la dureté dans la zone de la soudure touchée par la chaleur.

3.11 Énumérer trois règles qui permettent de savoir s'il faut préchauffer de l'acier au carbone avant de le souder.

3.12 Indiquer trois avantages de préchauffer l'acier au carbone avant le soudage à l'arc.

3.13 Indiquer les effets des différentes étapes du traitement thermique.

- Traitement de relaxation
- Recuit
- Normalisation
- Préchauffage
- Postchauffage

3.14 Décrire la structure des grains.

- Ferrite
- Cémentite
- Perlite
- Austénite
- Martensite

3.15 Décrire les procédés utilisés pour la normalisation et le recuit et indiquer pourquoi on les utilise.

3.16 Décrire le traitement thermique utilisé après le soudage pour :

- atténuer les contraintes;
- accroître la solidité;
- accroître la résistance et la ductilité.

3.17 Décrire comment la réduction des contraintes après le soudage permet :

- d'atténuer la contrainte résiduelle;
- de prolonger la durée de vie des soudures.

3.18 Décrire l'importance de choisir la température, le traitement thermique et la vitesse de refroidissement appropriés.

3.19 Décrire les mesures permettant de contrôler et de vérifier les températures au cours du chauffage avant et après le soudage.

3.20 Décrire l'incidence de la vitesse de chauffage, du temps passé à une température donnée et de la vitesse de refroidissement sur la microstructure de la zone de soudure.

SOURCES ET MATÉRIEL D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE	QUANTITÉ
Source et matériel d'alimentation électrique pour soudage à l'arc avec électrode enrobée (CC) (CA/CC)	1 par apprenti(e)
Source et matériel d'alimentation électrique haute fréquence à ondes carrées et à courant pulsé pour soudage avec électrode de tungstène (CC) (CA/CC), chalumeau refroidi par eau et commande au pied	1 par 5 apprenti(e)s
Source et matériel d'alimentation électrique pour soudage à l'arc sous gaz avec fil plein ou pour soudage à l'arc avec fil fourré (TC) (apte au transfert par arrosage)	1 par apprenti(e)
Source et matériel d'alimentation électrique à courant pulsé pour soudage à l'arc sous gaz avec fil plein	1 par 5 apprenti(e)s
Source et matériel d'alimentation électrique pour coupage plasma	1 par 5 apprenti(e)s
Source et matériel d'alimentation électrique pour gougeage à l'arc avec électrode en carbone et jet d'air	1 par 5 apprenti(e)s
Matériel de coupe manuelle oxygaz	1 par apprenti(e)
Matériel de coupe semi-automatique oxygaz	1 par 5 apprenti(e)s
Chalumeau chauffant et matériel oxygaz	1 par 5 apprenti(e)s
Four approuvé pour rangement d'électrode	1 par atelier
Alimentation en air comprimé (80-100 lb/po²)	1 par atelier
Matériel MIG et TIG	

MACHINES DE FABRICATION (1 de chaque par atelier)

Scie à ruban
Grignoteuse
Cisaille-poinçonneuse
Meuleuses à socle
Scie circulaire abrasive à tronçonner
Matériel de préparation de chanfrein pour plaque et tuyau
Appareil de pliage d'échantillon de soudure
Appareil approuvé d'extraction des fumées ou d'alimentation en air d'appoiint
Les ateliers de soudage et de fabrication doivent être bien éclairés ainsi que chauffés et ventilés convenablement.

OUTILS À MAIN ET MATÉRIEL DE BASE

Clés à molette (dimensions variées)
Clés Allen (métriques et impériales)
Étau d'établi
Serre-joints en C (dimensions variées)
Cordeau traceur
Ciseaux à froid (dimensions variées)
Rallonges électriques
Limes (plates, demi-rondes, queue-de-rat, bâtardes)
Allume-gaz
Disques abrasifs et de ponçage (pour l'acier au carbone, l'aluminium et l'acier inoxydable)
Scie à métaux
Marteaux (à piquer, à panne ronde, à panne fendue, masse) (dimensions variées)
Cisailles à main
Table de traçage
Aimants
Traceurs
Colliers pour tuyau
Coupe-tuyau
Clés à tuyau

ARMOIRE À OUTILS CONVENANT AU NOMBRE DE PARTICIPANTS

Pinces (à bec fin, à joint coulissant)
Positionneurs
Leviers
Pointeaux
Tournevis (plats, à pointe cruciforme, à pointe carrée, de dimensions variées)
Pointes à tracer
Cisailles à tôle (coupe de tôle épaisse)
Marqueurs en stéatite
Jeux de douilles (métriques et impériales)
Crayons thermosensibles
Cure-buses
Boîtes à outils
Affûteuses au tungstène
Étaux (dimensions et types variés)
Brosses métalliques (pour l'acier au carbone, l'aluminium et l'acier inoxydable)
Coupe-fils
Établi
Jeux de clés (à fourche et fermées, métriques et impériales)

OUTILS À MESURER

Matériel de traçage
Équerre combinée
Calibres d'angle
Niveau à bulle d'air
Pied à coulisse

ARMOIRE À OUTILS CONVENANT AU NOMBRE DE PARTICIPANTS

Équerre
Règle
Pointe à tracer
Micromètre
Ruban à mesurer

MATÉRIEL DE PROTECTION (1 par apprenti[e])

Bouchons d'oreilles et casques antibruit
Écrans faciaux
Couvertures antifeu
Extincteurs
Lunettes étanches
Tabliers de cuir
Gants en cuir
Vestes de cuir
Masques (particules, vapeur)
Respirateurs
Lunettes de sécurité